

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
18 octobre 2001 (18.10.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 01/76490 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ :
A61B 17/15, G06T 7/00

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : 2C3D
S.A. [CH/CH]; PSE - EPFL, Ecublens, CH-1015 Lausanne
(CH).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/CH01/00181

(72) Inventeurs; et
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : CHAUVIN,
Nicolas [FR/CH]; Rouvraie 12, CH-1018 Lausanne (CH).
ANDENMATTEN, Yann [CH/CH]; 5, avenue du Moulin,
CH-1110 Morges (CH). ZAMBELLI, Pierre-Yves
[CH/CH]; En Menchin, CH-1114 Colombier /s Morges
(CH). BAUR, Charles [CH/CH]; Fontanette 17, CH-2026
Sauges (CH).

(22) Date de dépôt international : 21 mars 2001 (21.03.2001)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

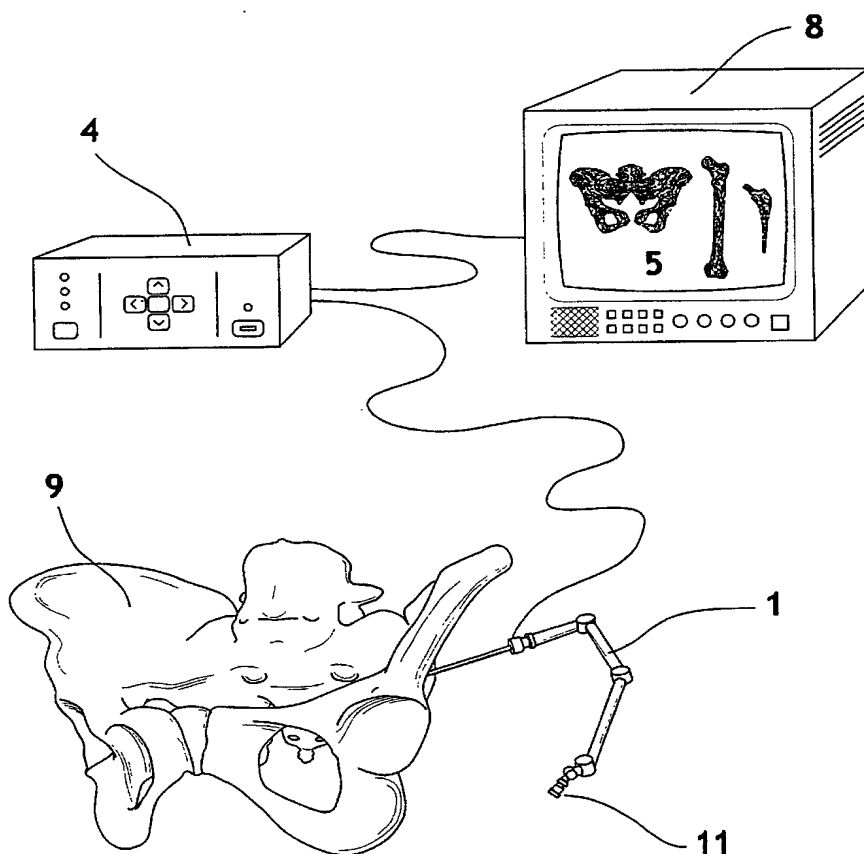
(30) Données relatives à la priorité :
713/00 10 avril 2000 (10.04.2000) CH

(74) Mandataire : ROLAND, André; P.O. Box 1255, Avenue
Tissot 15, CH-1001 Lausanne (CH).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: MEDICAL DEVICE FOR POSITIONING OBJECTS

(54) Titre : DISPOSITIF MÉDICAL DE POSITIONNEMENT D'OBJETS



(57) Abstract: The invention concerns a medical device for positioning objects in real time relative to an organ based on planning for surgical procedure. More precisely, it concerns a medical device for positioning objects which are placed at the end of an articulated arm.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un dispositif médical permettant de positionner en temps réel un objet par rapport à un organe en fonction d'un planning opératoire. Elle se rapporte plus précisément à un dispositif médical de positionnement d'objets qui sont placés à l'extrémité d'un bras articulé.

WO 01/76490 A1



(81) **États désignés (national)** : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) **États désignés (régional)** : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen

(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Dispositif médical de positionnement d'objets

5 La présente invention concerne un dispositif médical permettant de positionner en temps réel un objet par rapport à un organe en fonction d'un planning opératoire.

Elle se rapporte plus précisément à un dispositif médical de positionnement d'objets qui sont placés à l'extrémité d'un bras articulé.

10

Le positionnement d'objets en médecine nécessite dans bien des cas un haut degré de précision.

15

Cette exigence se rencontre notamment dans le domaine de l'orthopédie lors de la pose d'une prothèse totale de la hanche.

20

Dans ce cas de figure, un positionnement précis est requis pour les outils (fraise, râpe, etc...) qui sont utilisés pour préparer le site dans lequel viendra se loger la prothèse. Par ailleurs, un positionnement précis est également requis pour le placement de la prothèse proprement dite.

25

En général, le succès d'une opération de positionnement repose essentiellement sur la dextérité et l'expérience du chirurgien qui se base sur un planning opératoire qui se résume le plus souvent à la prise de mesures au moyen d'une règlette.

30

Le besoin s'est donc fait ressentir de mettre à la disposition du chirurgien une information préopératoire plus complète en temps réel, c'est-à-dire pendant l'opération.

Le brevet américain US 5 871 018 décrit un dispositif comprenant un bras articulé adapté pour saisir des outils ou des éléments d'une prothèse. La présence du bras articulé permet de déterminer en temps réel la position des objets qui sont fixés à l'une de ses extrémités lors de leur manipulation par le chirurgien (ou

éventuellement un robot) et de la mettre en relation avec un modèle préopératoire de l'organe qui fait l'objet de l'opération.

5 Les dispositifs de l'état de la technique, et notamment US 5 871 018, présentent cependant plusieurs inconvénients.

Ils se caractérisent en effet par un encombrement important, un coût élevé, la nécessité de recourir à du personnel supplémentaire et par des manipulations compliquées lors de changements de la procédure opératoire.

10

La présente invention vise à remédier aux problèmes précités en recourant à un dispositif plus léger, de fonctionnement plus simple et qui augmente la précision du positionnement d'objets.

15 Elle se rapporte à un dispositif médical permettant de positionner en temps réel un objet par rapport à un organe en fonction d'un planning opératoire, ledit dispositif comprenant :

- 20 - Un bras articulé muni à sa première extrémité de moyens pour effectuer des mesures et saisir au moins ledit objet.
- Un module de traitement digital contenant au moins un modèle dudit organe.
- Un système de retour d'information de mesure.
- Un périphérique d'interaction avec le dispositif.

25

L'originalité de l'invention réside dans le fait que la deuxième extrémité du bras articulé est adaptée pour être fixée sur l'organe à opérer.

30 Selon un mode préférentiel de l'invention, le dispositif est adapté pour pratiquer des opérations sur des os. Dans ce cas, la deuxième extrémité du bras articulé est munie de moyens pour se fixer à des os.

Dans une variante, le système de fixation est constitué d'un clou de Steinman. Cette configuration peut être utilisée lors du fraisage du bassin.

Dans une autre variante, par exemple lorsque l'opération s'effectue sur le fémur, le système de fixation peut être constitué d'une pince.

- 5 Le fait de fixer le bras articulé directement au patient ou, en d'autres termes, d'avoir un instrument de mesure qui reste dans le référentiel du patient, simplifie considérablement l'ensemble du dispositif de positionnement. Contrairement aux dispositifs de l'état de la technique, il n'est plus nécessaire de tenir compte du référentiel de la salle d'opération pour positionner les objets par rapport à l'organe
- 10 à opérer. Un seul référentiel suffit, celui du patient.

Des exemples de réalisation de l'invention seront décrits ci-après au moyen des figures suivantes :

- 15 La figure 1 illustre schématiquement un dispositif médical selon l'invention
La figure 2 illustre un point d'attache du bras articulé sur le bassin
La figure 3 représente un instrument de fraisage en fonctionnement

- 20 Le dispositif selon la figure 1 se compose d'un bras articulé (1), compensé en gravité, permettant la mesure des 6 degrés de liberté de son extrémité libre (11), d'un module de traitement digital (4) contenant au moins un modèle préopératoire (5) de l'organe à opérer, le bassin (9) dans le cas présent, d'un périphérique d'interaction (6) avec le dispositif et d'un système de retour d'information (8) représenté ici par un écran.

- 25 La figure 2 représente un clou de Steinman (10) fixé au bassin en vue d'une opération de fraisage, le bras articulé (1) (non représenté sur la figure) venant se fixer par l'une de ses extrémités au clou de Steinman (10).

- 30 La figure 3 représente une fixation similaire à celle de la figure 2 avec en sus la présence d'un bras articulé (1) et d'une fraise (12) fixée à l'extrémité libre (11) du bras articulé (1).

L'utilisation du dispositif représenté dans les figures 1 à 3 se déroule de la manière suivante :

5 Lors de la phase préopératoire, la géométrie osseuse est extraite d'un appareil de mesure pour reproduire un modèle (5) en 3 dimensions du bassin (9). Comme appareil/système utilisé à cet effet, on peut prévoir un CT-Scan, un IRM, des radiographies ou un même un système de scopies tel que le SIREMOBIL IsoC TM . La préparation du modèle peut être automatique, semi-automatique ou manuelle. A l'aide du périphérique d'interaction (6), le chirurgien (7) établit son planning opératoire sur le modèle en spécifiant les objectifs à atteindre durant l'opération
10 (position, profondeur de fraisage du cotyle, position des implants, etc...).

Avant de débiter l'opération proprement dite, le chirurgien (7) fixe le bras articulé (1) sur le bassin (9) au moyen du clou de Steinman (10). S'ensuit une phase
15 d'enregistrement qui va permettre de au dispositif de situer le bras articulé (1) par rapport au bassin (9) et par rapport à son modèle (5) correspondant. Pour se faire, le chirurgien vient palper certains points pertinents susceptibles de jouer le rôle de repères.

20 Une fois l'opération d'enregistrement effectuée, le dispositif est en mesure de connaître la position de tout point mesuré par le bras articulé (1) et sa position correspondante dans le modèle (5). Il devient dès lors également possible de déterminer la distance par rapport aux objectifs définis lors du planning opératoire.

25 Un outil (12) ou un élément de prothèse est ensuite fixé à l'extrémité libre (11) du bras articulé (1).

Lors de la phase opératoire proprement dite, le chirurgien (7) manipule l'outil (12) de manière identiques aux procédures standards actuelles.

30

L'information mesurée est restituée en temps réel au chirurgien (7) par le biais du système de retour d'information (8) qui fournit une information de positionnement visuelle (écran) et/ou sonore et/ou tactile. Le chirurgien (7) est donc constamment informé de la position de l'outil (12) en fonction des objectifs qu'il s'est fixé.

Une fois l'opération terminée, le dispositif permet de vérifier la position des objets qui ont fait l'objet d'une manipulation.

- 5 Selon un autre exemple de réalisation (non-illustré) de l'invention, le dispositif comprend une pluralité de bras articulés, la deuxième extrémité de chaque bras étant fixée à une base commune qui vient se fixer à l'organe. Une telle configuration offre entre autres le mérite de pouvoir utiliser plusieurs instruments.
- 10 Il va sans dire que l'invention ne se limite pas aux exemples décrits plus haut. A titre d'exemple, elle peut s'appliquer dans le cadre d'une fluoronavigation pour des opérations sur la colonne vertébrale. Dans ce cas, le bras est fixé sur une vertèbre. Plusieurs scopies sont alors effectuées afin de déterminer la position du bras.
- 15 Il convient également de souligner que le domaine d'application de l'invention ne se limite pas à l'orthopédie.
- De même, l'invention ne se limite pas à un type de fixation particulier pour le bras
- 20 articulé. Tout système assurant une fixation satisfaisante peut être utilisé.

Revendications

- 5 1. Dispositif médical permettant de positionner en temps réel un objet par rapport à un organe en fonction d'un planning opératoire, ledit dispositif comprenant un bras articulé muni à sa première extrémité de moyens pour effectuer des mesures et saisir au moins ledit objet, un module de traitement digital contenant au moins un modèle dudit organe, un
- 10 système de retour d'information de mesure et un périphérique d'interaction avec le dispositif, **caractérisé** par le fait que la deuxième extrémité du bras articulé est adaptée pour être fixée sur ledit organe.
- 15 2. Dispositif selon la revendication précédente, **caractérisé** par le fait que la deuxième extrémité du bras articulé est adaptée pour être fixée directement sur un os.
- 20 3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé** par le fait que la deuxième extrémité du bras articulé se présente sous la forme d'un clou de Steinman.
- 25 4. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé** par le fait que la deuxième extrémité du bras articulé se présente sous la forme d'une pince.
- 30 5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé** par le fait qu'il comprend une pluralité de bras articulés, la deuxième extrémité de chaque bras étant fixée à une base commune qui vient se fixer sur ledit organe.

FIG. 1

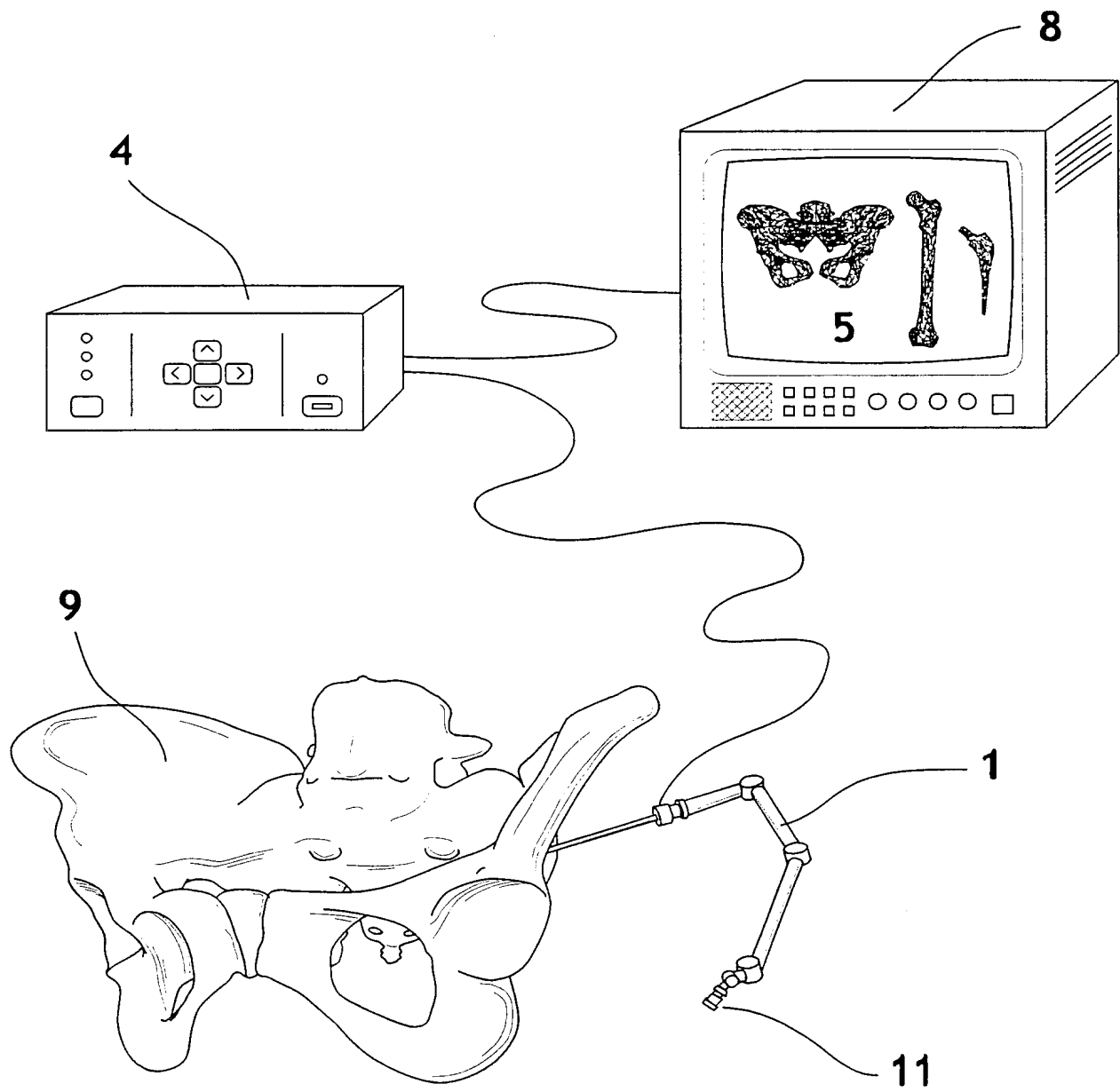


FIG. 2

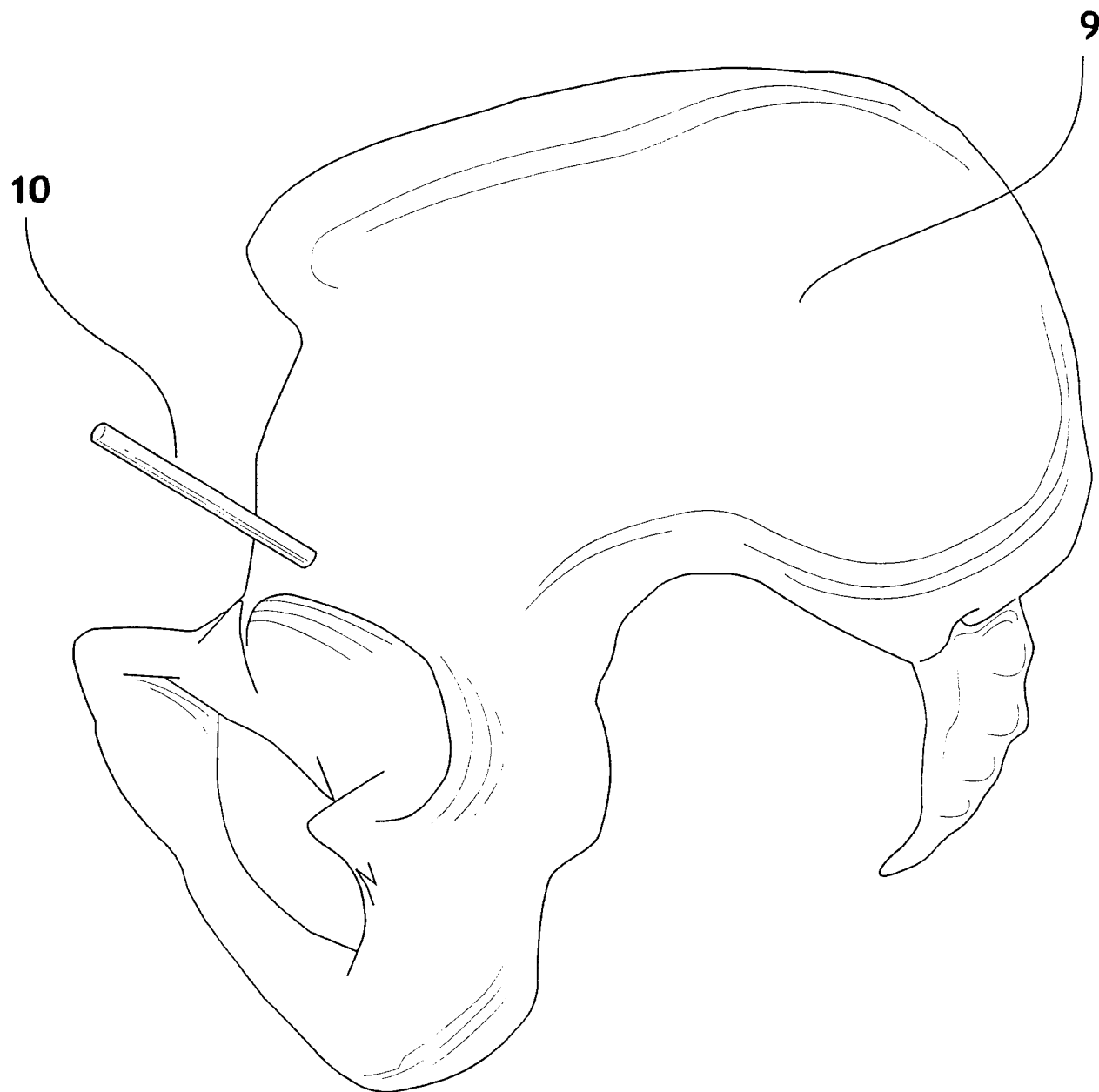
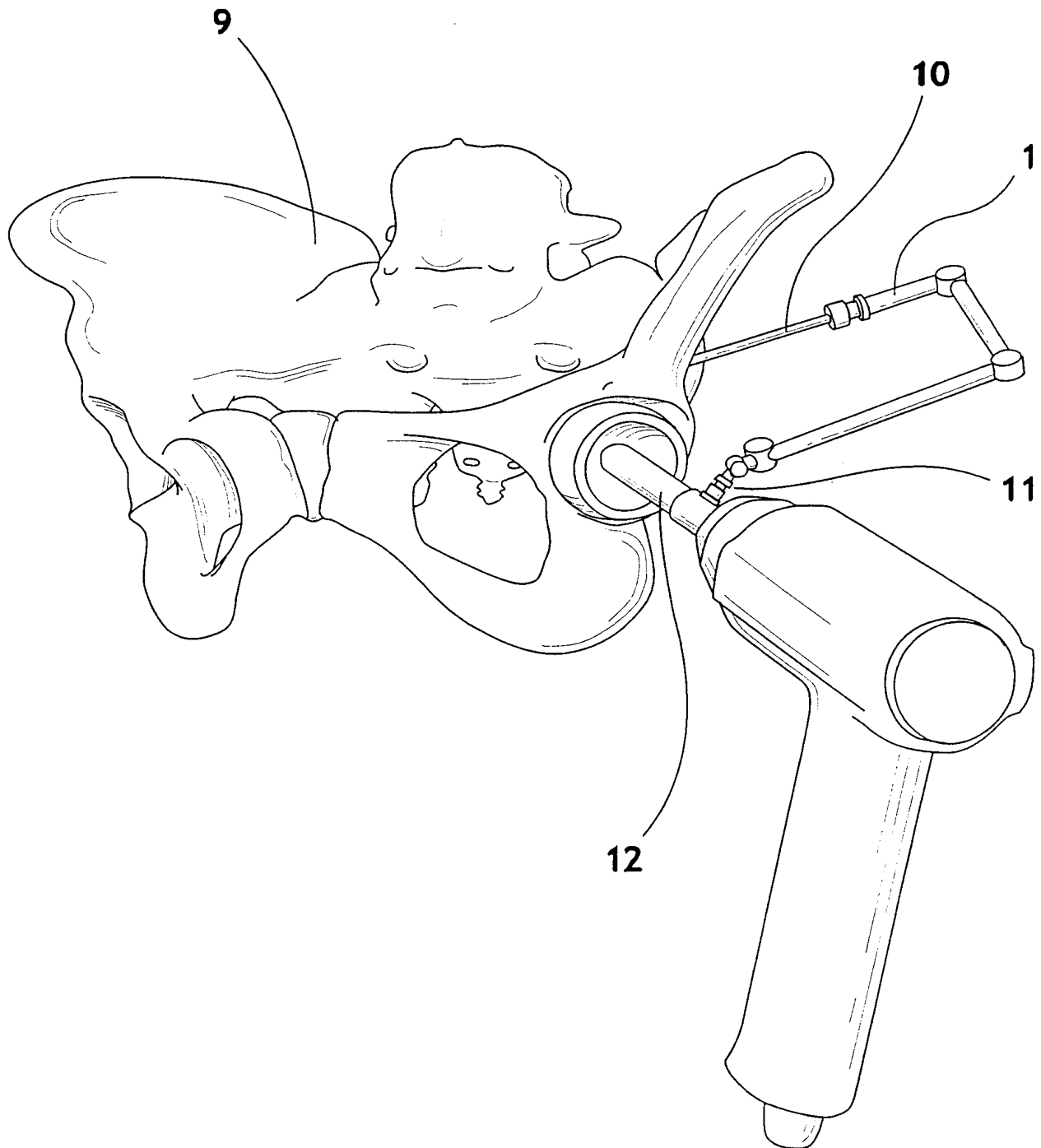


FIG. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH 01/00181

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 A61B17/15 G06T7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 A61B G06T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 408 409 A (MITTELSTADT BRENT D ET AL) 18 April 1995 (1995-04-18) column 2, line 20 - line 47 column 5, line 28 - line 37 figure 1	1, 3, 5
X	WO 98 25535 A (SM SCIENZA MACCHINALE S R L ;GIORGI CESARE (IT); BOSIO LUCA (IT)) 18 June 1998 (1998-06-18) abstract page 4, line 37 -page 5, line 18; figures 1,5	1, 5
A	US 5 871 018 A (WONG ARTHUR Y ET AL) 16 February 1999 (1999-02-16) claim 1; figures 17,18	1
	--- -/-- ---	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

* & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 July 2001

Date of mailing of the international search report

11/07/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ducureau, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH 01/00181

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 230 623 A (COSMAN ERIC R ET AL) 27 July 1993 (1993-07-27) the whole document -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH 01/00181

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5408409	A	18-04-1995	US	5299288 A	29-03-1994
WO 9825535	A	18-06-1998	IT	PI960061 A	11-06-1998
US 5871018	A	16-02-1999	US	5682886 A	04-11-1997
			AU	1688797 A	17-07-1997
			WO	9723172 A	03-07-1997
US 5230623	A	27-07-1993	NONE		

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demander internationale No
PCT/CH 01/00181

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 A61B17/15 G06T7/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 A61B G06T

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 408 409 A (MITTELSTADT BRENT D ET AL) 18 avril 1995 (1995-04-18) colonne 2, ligne 20 - ligne 47 colonne 5, ligne 28 - ligne 37 figure 1	1,3,5
X	WO 98 25535 A (SM SCIENZA MACHINALE S R L ;GIORGI CESARE (IT); BOSIO LUCA (IT)) 18 juin 1998 (1998-06-18) abrégé page 4, ligne 37 -page 5, ligne 18; figures 1,5	1,5
A	US 5 871 018 A (WONG ARTHUR Y ET AL) 16 février 1999 (1999-02-16) revendication 1; figures 17,18 -/-	1

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

2 juillet 2001

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

11/07/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Ducreau, F

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/CH 01/00181

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>US 5 230 623 A (COSMAN ERIC R ET AL) 27 juillet 1993 (1993-07-27) le document en entier -----</p>	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demar. .nternationale No

PCT/CH 01/00181

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 5408409	A	18-04-1995	US	5299288 A	29-03-1994
WO 9825535	A	18-06-1998	IT	PI960061 A	11-06-1998
US 5871018	A	16-02-1999	US	5682886 A	04-11-1997
			AU	1688797 A	17-07-1997
			WO	9723172 A	03-07-1997
US 5230623	A	27-07-1993	AUCUN		